

Московский автомобильно-дорожный институт  
(государственный технический университет)  
**кафедра строительной механики**

**УТВЕРЖДАЮ**

ЗАВ. КАФЕДРОЙ  
СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ  
МАДИ (ГТУ)  
Д.Т.Н. ПРОФЕССОР

*И.В. Демьянушко*

**Задания по сопротивлению материалов  
и технической механике  
для студентов заочного факультета**

**Первый семестр**

### Общие указания по выполнению заданий

Исходные данные Вашего задания зависят от номера группы, номера по списку (две последние цифры в номере зачетной книжки) и года поступления (две первые цифры в номере зачетной книжки). Каждое задание содержит 30 схем. Номер схемы соответствует номеру по списку.

№№ по списку 1...30 соответствуют №№ схем 1..30

№№ по списку 31...60 соответствуют №№ схем 1..30

61...90 - снова - №№ схем 1..30 и т.д.

Остальные исходные данные указываются в каждом конкретном задании. Каждая задача задания выполняется на отдельном листе миллиметровой или клетчатой бумаги формата А4. Все листы скрепляются степлером вместе с титульным листом, на котором указывается фамилия студента, номер зачетной книжки и фамилия преподавателя. На листе, на котором выполнена данная задача **ОБЯЗАТЕЛЬНО** указываются исходные данные к этой задаче и вычерчивается ее схема.

#### Литература

1. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 2000 ( и более поздних лет ).
2. Цвей А.Ю. Лекции по сопротивлению материалов с примерами расчетов. Ч. 1 и 2 .– М.: МАДИ, 1997, 1998 (и более поздних лет).
3. Шалашилин В.И., Горшков А.Г., Трошин В.Н.. Сопротивление материалов. – М.: изд-во МАИ, 2000 (и более поздних лет).

#### Примечания.

1. В учебнике [3] эпюры изгибающих моментов строятся со стороны сжатых волокон, и их необходимо перевернуть.
2. В списке рекомендованной литературы указаны только некоторые учебники, вышедшие в последнее время и имеющиеся в библиотеке. Вполне возможно использование и других учебников и пособий (по усмотрению студента).

**ЗАДАНИЕ № 1**  
**ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР**  
**ВНУТРЕННИХ СИЛ В СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМАХ**  
**Требуется:**

1. В схемах I...II построить эпюры  $M$  и  $Q$ , в схеме III - эпюры  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ , в схеме IV- эпюры  $M_x$ ,  $M_z$ ,  $Q_y$ .

**Указание.** В консольных системах вычислять реакции опор не обязательно.

2. Выполнить контроли построения эпюр:

а). В консольных системах проверить эпюры изгибающих моментов по площадям эпюр поперечных сил на каждом участке;

б). В системах с шарнирными опорами проверить найденные значения внутренних сил в одном (любом) сечении, вычислив их, через правые и левые внешние силы;

в). В схемах III и IV проверить равновесие узлов.

Принять  $P = \alpha ql$ ,  $M = \beta ql^2$ .

Принять размер  $a = 2l$  и  $\gamma = 1/2$ .

Таблица 1.1

Год поступления	$\alpha$	$\beta$
16	1	2
17	2	4
18	3	6
прочие	4	8

Таблица 2.1

№ группы	$q_1$	$q_2$	$P_1$	$P_2$	$M_1$	$M_2$
33АТ1	$q$	0	$P$	0	$M$	0
33АТ2	$q$	0	$P$	0	0	$M$
23БСс1	$q$	0	0	$P$	$M$	0
23БСс2	$q$	0	0	$P$	0	$M$
23БСс3	0	$q$	$P$	0	$M$	0
23БСс4	$q$	0	0	$P$	$M$	0
23БДс1	0	$q$	$P$	0	0	$M$
23БДс2	0	$q$	0	$P$	$M$	0
33БДп	0	$q$	0	$P$	0	$M$
23БДп	0	$q$	0	$P$	0	$2M$
13БДс	$q$	0	$2P$	0	$2M$	0

**Примечание:** студентам групп 13БДс, 23БДп, 23БДс, 23БСс и 33БДп задаются только схемы 1 и 2.

**Указания к оформлению работы:**

1. Каждая схема вычерчивается вместе с эпюрами на отдельном листе миллиметровки в масштабе (в долях  $l$ ). На каждой схеме стрелками изображаются нагрузки и (на схемах с шарнирными опорами) - реакции. Рядом со стрелками указываются значения нагрузок и реакций в долях  $q$ ,  $ql$  или  $ql^2$ .
2. На том же листе приводятся все необходимые вычисления. Ординаты эпюр изгибающих моментов откладываются со стороны растянутых волокон в долях  $ql^2$ , крутящих моментов - также в долях  $ql^2$ , ординаты эпюр поперечных и продольных сил - в долях  $ql$ . На всех эпюрах обязательно изображать опорные крепления.

Примечание. Если найденные реакции опор получились со знаком минус, то исправлять их направления не рекомендуется, а в расчетах учитывать, что их истинное направление противоположно стрелке.



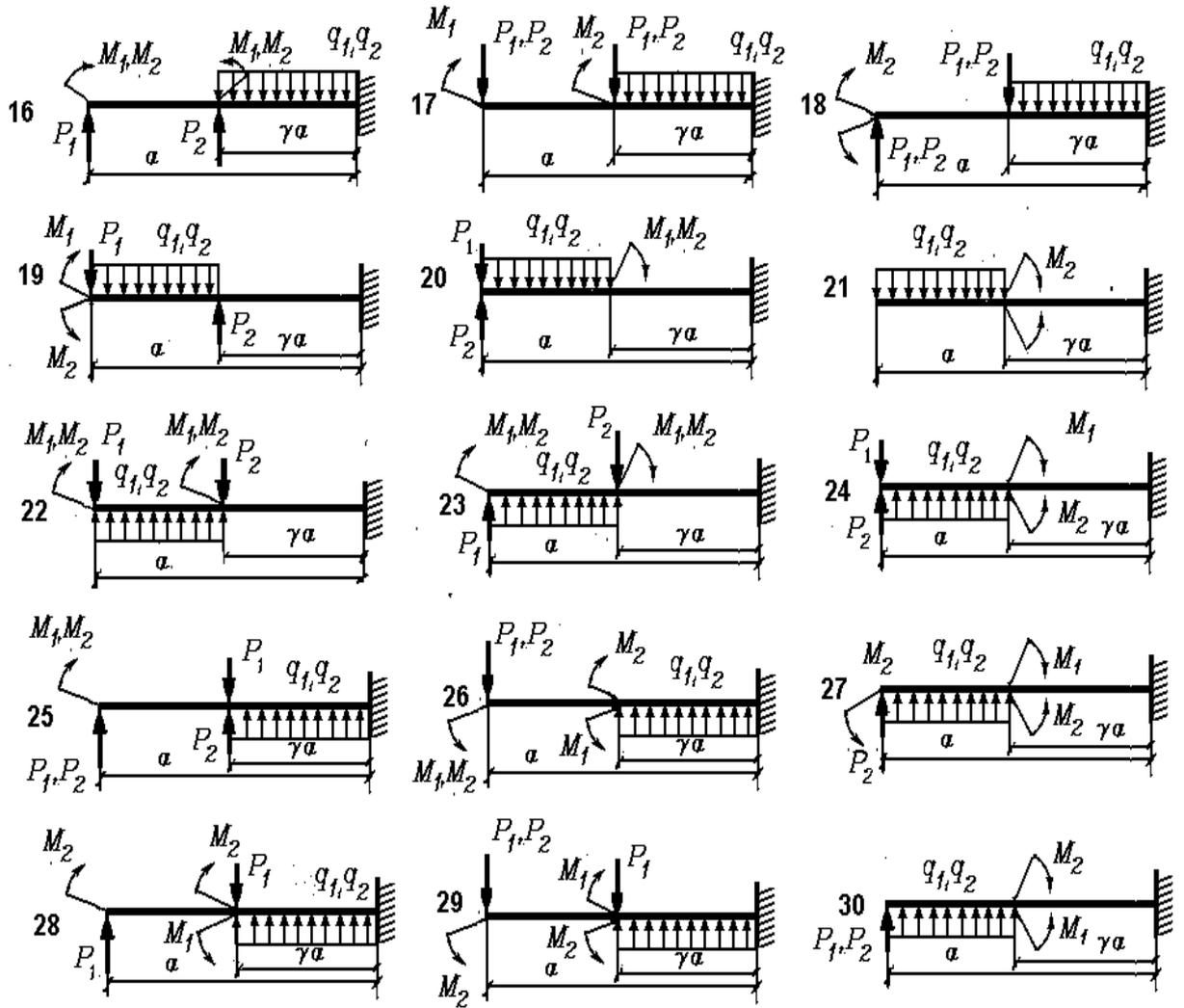


Схема 1 (продолжение)





## ЗАДАНИЕ №2

## РАСЧЕТ НА РАСТЯЖЕНИЕ-СЖАТИЕ

**Задача 1. Расчет статически определимой системы**

Требуется провести расчет статически определимой системы (схема 1) на действие сосредоточенных нагрузок.

Стальной стержень ступенчато-переменного сечения (схема 1) находится под действием нагрузок  $P_1$  и  $P_2$ . Площади поперечных сечений  $F_1$  и  $F_2$ .

**Исходные данные:**

Принять:  $a = k_1 l$ ,  $b = k_2 l$ ,  $c = k_3 l$ ,  $P_1 = P$ ,  $P_2 = mP$ ,  $F_1 = F$ ,  $F_2 = nF$  (см. схему 1, свой вариант).

Остальные данные взять из таблицы 1.

**Требуется:**

- а) построить эпюру продольных сил (в долях  $P$ );
- В) построить эпюру нормальных напряжений по длине стержня (в долях  $P/F$ );
- с) построить эпюру относительных удлинений (в долях  $P/(EF)$ );
- d) построить эпюру перемещений (в долях  $P/(EF)$ ).
- е) В сечении I - I найти нормальное напряжение, относительное удлинение и перемещение в численном виде (в единицах СИ).

Принять  $E = 200$  ГПа,  $l = 1$  м.

**Указание:** вначале изобразить ось стержня в масштабе (в долях  $l$ ) с приложенными нагрузками в долях  $P$ , и рядом - необходимые эпюры согласно п. п. а)...е).

**Задача 2. Расчет статически неопределимой системы**

Требуется провести расчет статически неопределимой системы (схема 2) для следующих трех случаев.

**1). Расчет на действие нагрузки**

На систему действуют сосредоточенные нагрузки

**Требуется:**

построить эпюры продольных сил в долях  $P$ , нормальных напряжений в долях  $P/F$ , относительных удлинений в долях  $P/(EF)$  и

перемещений с долях  $Pl / (EF)$  где  $E$  – модуль упругости.

## 2). Расчет на действие температуры

**Примечание: студентам групп 13БДс, 23БДп, 23БДс, 23БСс и 33БДп расчет на действие температуры выполнять не обязательно**

Температура участка стержня между указанными сечениями (таблица 3) изменяется на  $t^\circ \text{C}$

### Требуется

Построить эпюры продольных сил в долях  $\alpha tEF$ , нормальных напряжений в долях  $\alpha tE$ , относительных удлинений в долях  $\alpha t$  и перемещений с долях  $\alpha tl$ , где  $\alpha$  - коэффициент линейного расширения,. Нагрузку принять равной нулю.

Таблица 2.1

Номер группы	$F [\text{см}^2]$	$m$	$P [\text{кН}]$	$n$
33АТ1	5	2	50	4/5
33АТ2	4	5/2	20	2/5
23БСс1	10	3/2	10	1/2
23БСс2	8	3	30	1/3
23БСс3	3	2	40	1/4
23БДс1	2	4	50	1/5
23БДс2	2	3/2	10	1
33БДп	4	4	60	2
23БДп	6	2	40	3/2
13БДс	8	5	30	2/3

Таблица 2.2

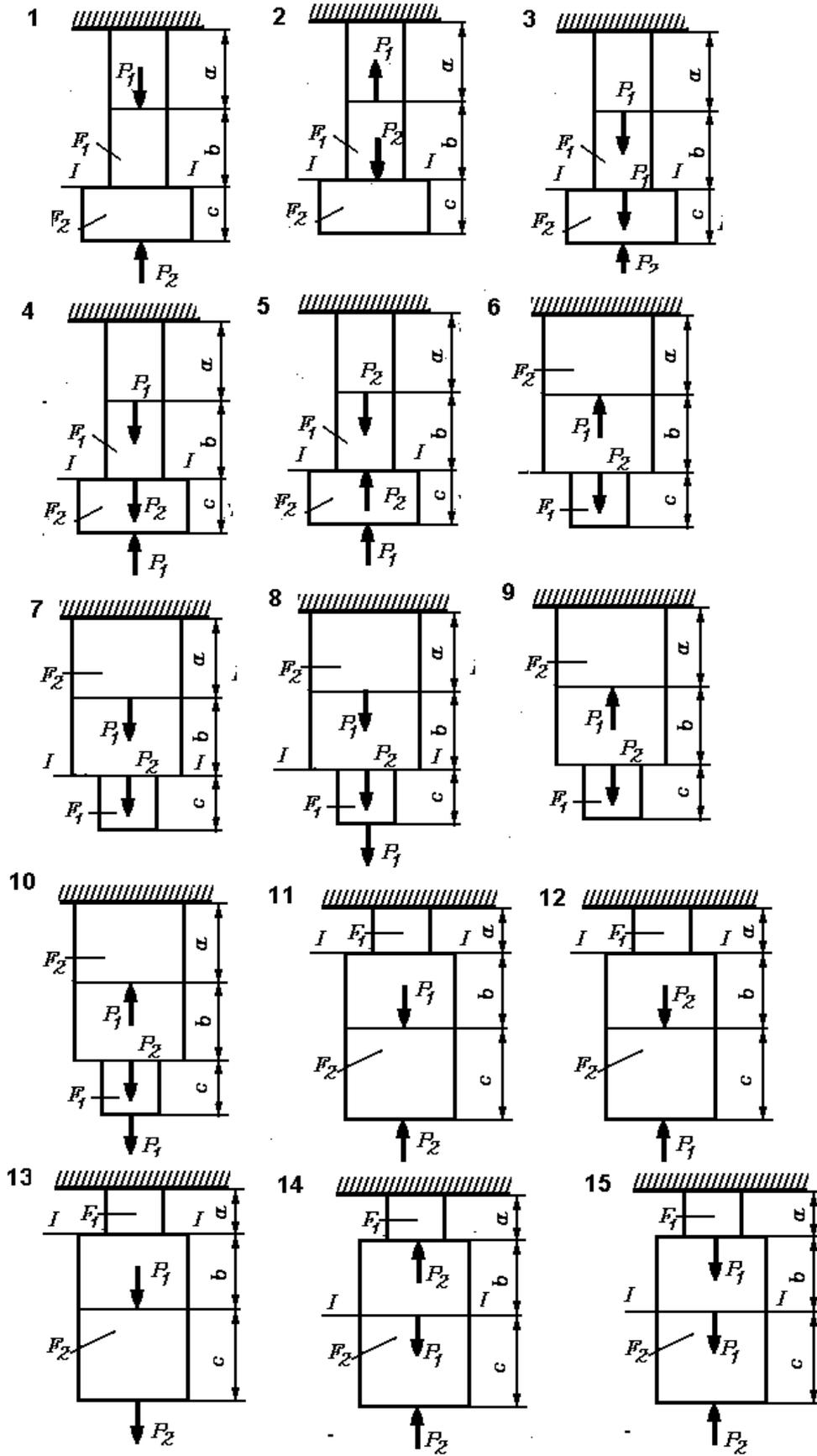
Год поступления	$k_1$	$k_2$	$k_3$
16	1	2	3
17	2	3	4
18	3	4	5
прочие	4	5	6

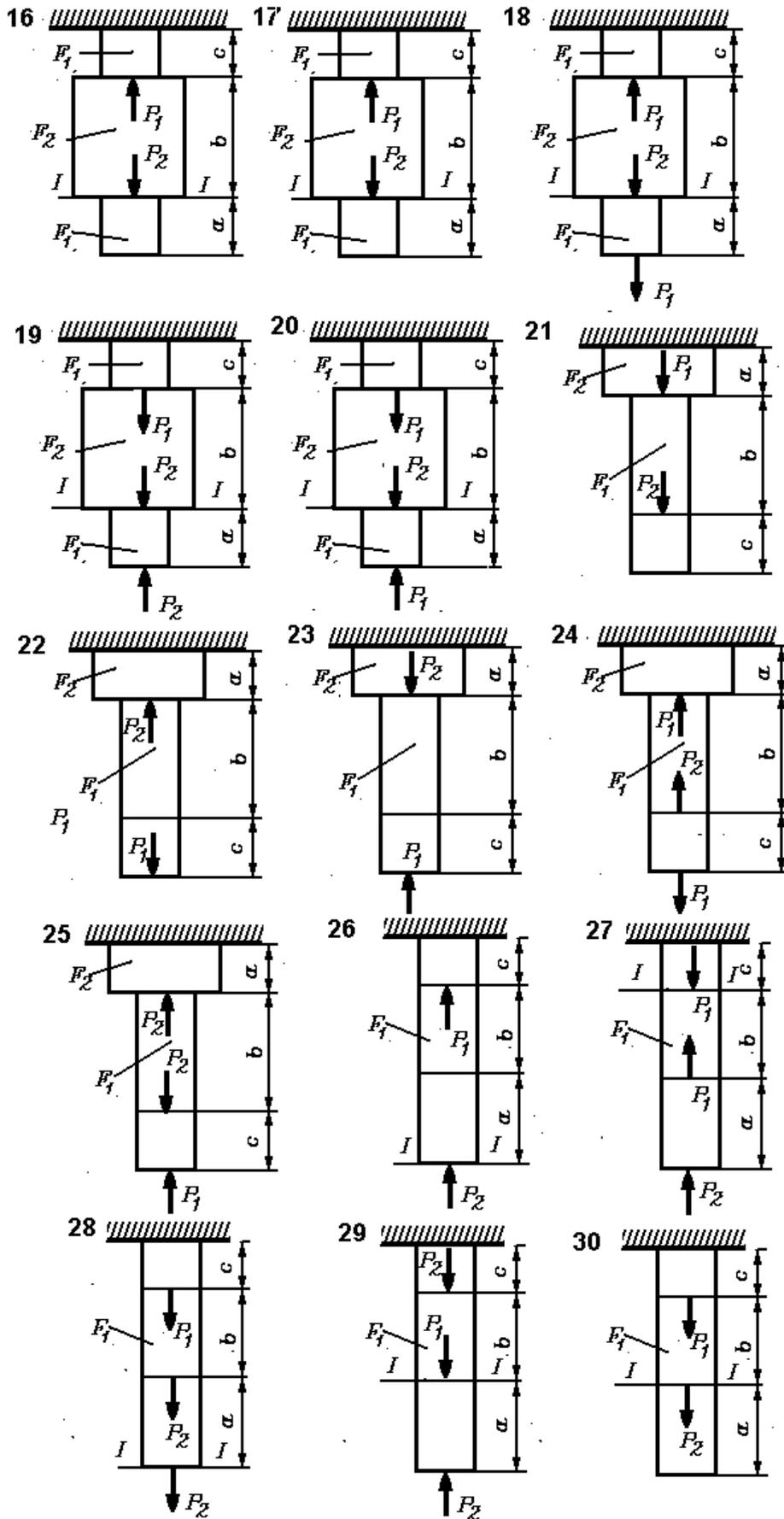
Примечание. Прямолинейность сжатых стержней обеспечена конструктивными устройствами, не показанными на рисунке.

Таблица 2.3

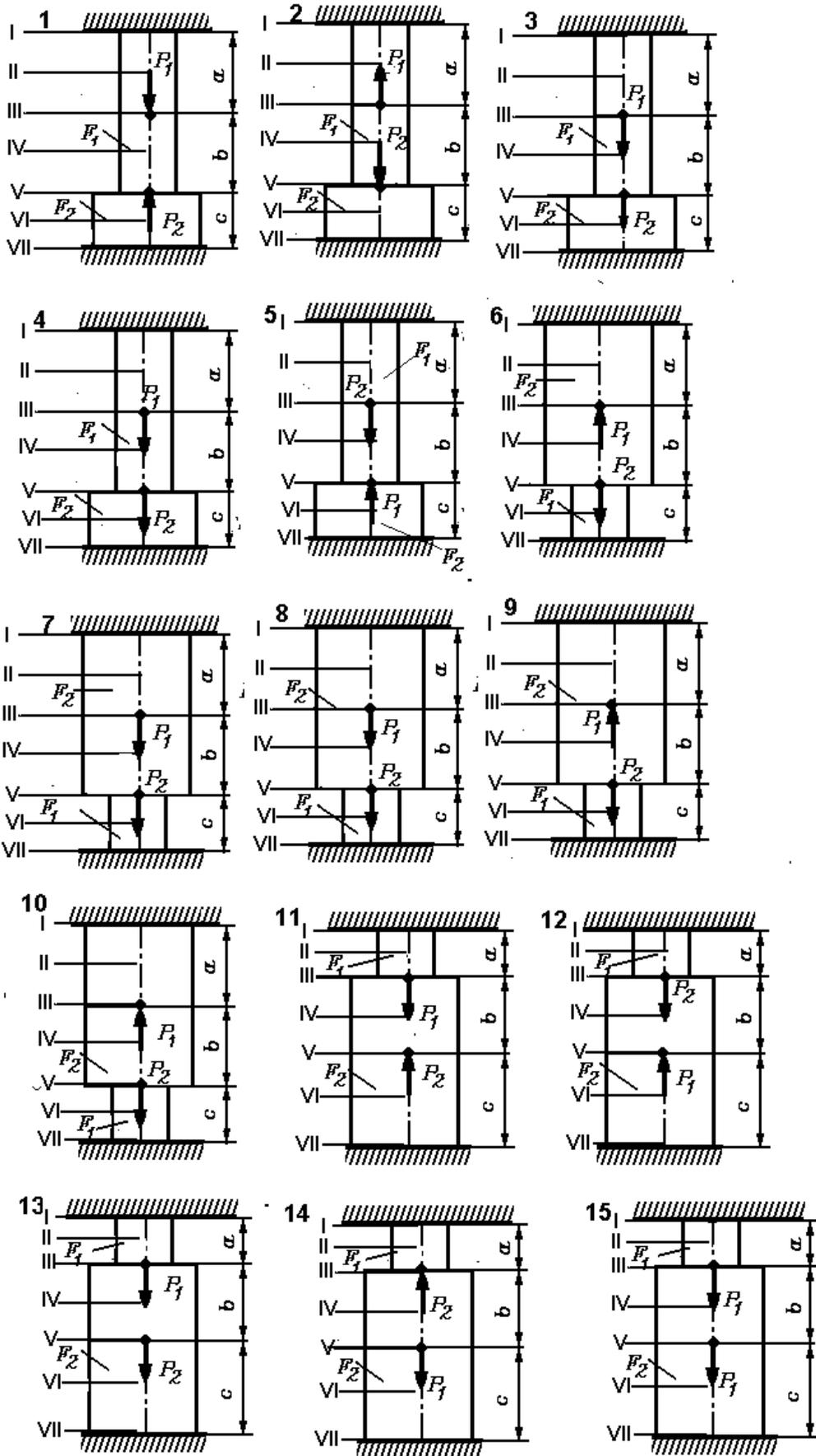
Номер группы	Температура изменилась на $t$ в промежутке между сечениями:
33АТ1	I – II
33АТ2	II – III
23БСс1	III – IV
23БСс2	IV – V
23БСс3	V – VI
23БСс4	V – VII
23БДс1	VI – VII
23БДс2	I – III
33БДп	II – IV
23БДп	I - IV
13БДс	I - III

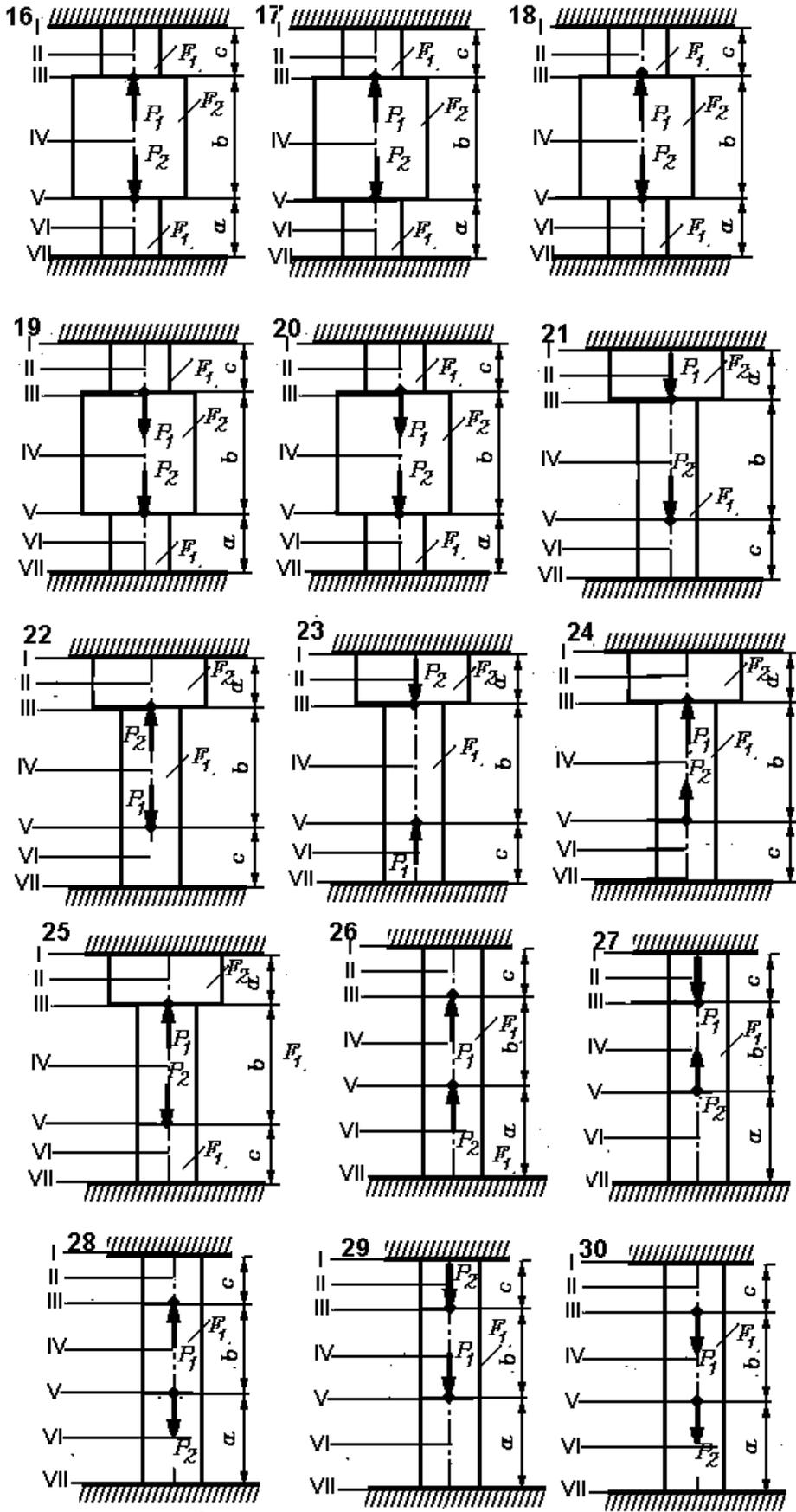
CXEMA 1





## CXEMA 2





$F_2$   
 $F_1$

**ЗАДАНИЕ №3**  
**РАСЧЕТЫ НА ИЗГИБ И КРУЧЕНИЕ**  
**ЧАСТЬ 1. РАСЧЕТЫ НА ИЗГИБ**

**Требуется:**

1. Определить опорные реакции балки (схема1);
2. Построить эпюру изгибающих моментов;
3. Построить эпюру поперечных сил;
4. Подобрать поперечное сечение прокатной балки двутаврового профиля. Принять  $R = 200$  МПа (для студентов строительных специальностей)  $[\sigma] = 200$  МПа (для студентов механических специальностей);

Примечание: если требуемый момент сопротивления превысит наибольший из имеющихся в сортаменте, то разрешается расположить рядом две и более балок, смотря по потребности, принимая, что нагрузка на эти балки распределяется поровну.

5. Подобрать поперечное сечение заданного профиля(схема2). и сравнить его площадь с площадью двутавра (п.4).
6. Построить эпюры  $\sigma_z$  и  $\tau_{zy}$  для стенки и полка двутавра в сечении, где  $M$  и  $Q$  велики;

**Таблица 3.1 Исходные данные к части 1**

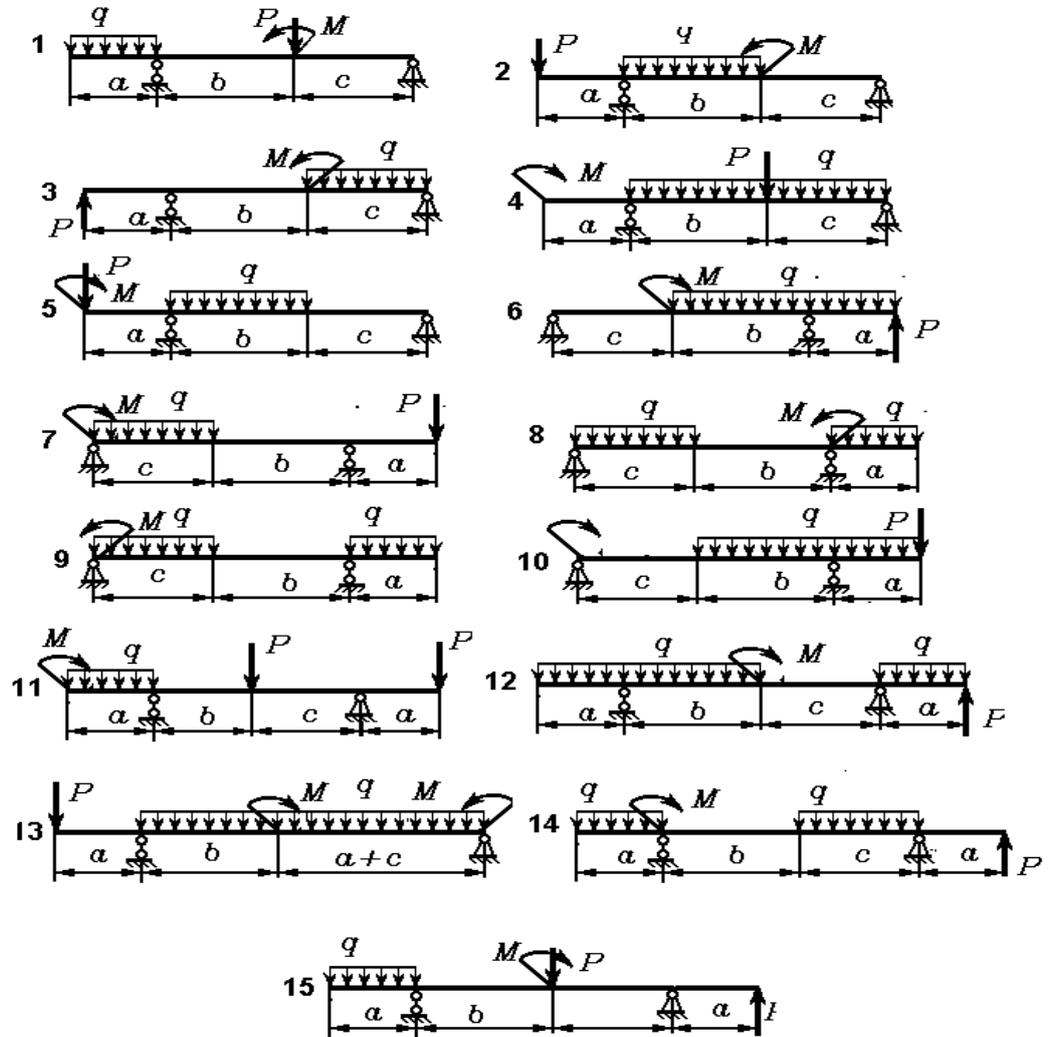
Номер группы	a [м]	b [м]	c [м]	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>
33АТ1	1	2	1	1	1	1
33АТ2	1	2	2	1	1	2
23БСс1	2	3	5	1	1	3
23БСс2	2	4	4	2	1	1
23БСс3	2	6	3	2	1	2
23БСс4	2	5	4	2	1	2
23БДс1	1	5	2	2	1	3

23бДс2	1	2	4	3	1	1
33бДп	3	5	2	3	1	2
23бДп	2	4	6	3	1	3
13бДс	4	2	5	2	2	3

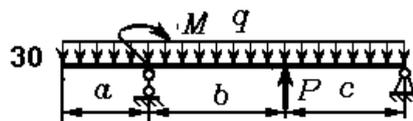
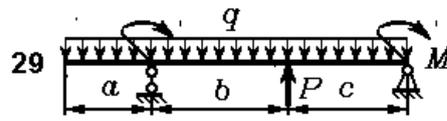
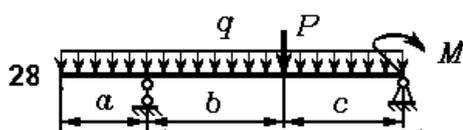
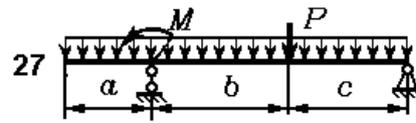
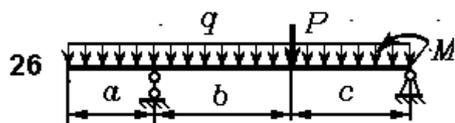
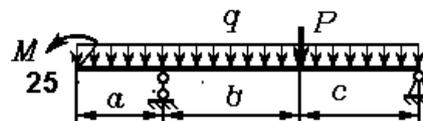
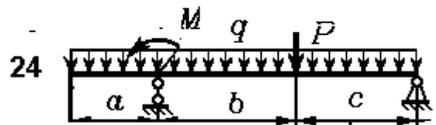
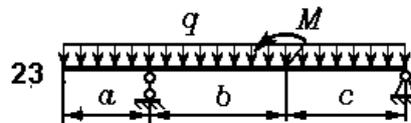
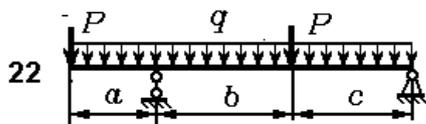
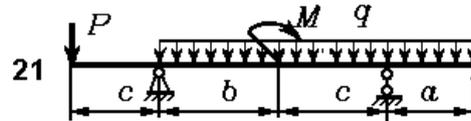
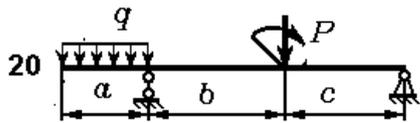
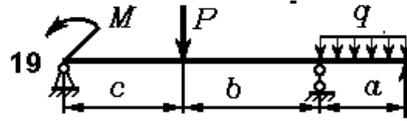
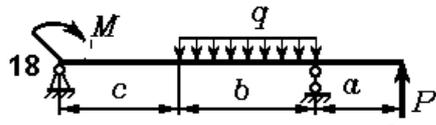
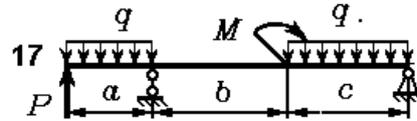
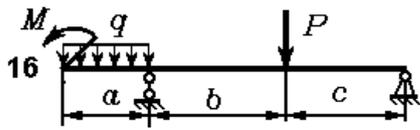
**Таблица 3.2 Исходные данные к части 1(продолжение)**

Год поступления	$q$ [кН/м]	$P$ [кН]	$M$ [кНм]
16	10	20	30
17	20	30	40
19	30	40	50
прочие	40	50	60

## Схема балки



## Схема балки (продолжение)



## ЧАСТЬ 2. РАСЧЕТЫ НА КРУЧЕНИЕ (ТОЛЬКО ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ)

Требуется:

1. Построить эпюру крутящих моментов в долях  $M$ .
2. Построить эпюру относительных углов закручивания  $\Theta(z)$  в долях  $M/(G_{кр})$ , где  $G_{кр} = \pi d^4 / 32$ .
3. Построить эпюру углов поворота  $\varphi(z)$  в долях  $M/(G_{кр})$ .
4. Построить эпюру наибольших касательных напряжений  $\tau_{max}(z)$  в долях  $M/W_{кр}$ , где  $W_{кр} = \pi d^3 / 16$ .
5. Подобрать диаметр стержня по условию прочности, приняв  $\sigma_T = 300$  МПа и запас прочности  $n = 1,5$ . Для этого вначале по IV теории прочности потенциальной энергии изменения формы найти предел текучести на сдвиг ( $\tau_T$ ), а затем найти допускаемое касательное напряжение  $[\tau]$ .

### Исходные данные к части 2:

Принять:  $a = k_1 l$ ,  $b = k_2 l$ ,  $c = k_3 l$   $M_1 = M$ ,  $M_2 = m_1 M$ ,  $d_1 = d$ ,  $d_2 = m_2 d$

Таблица 3.3. Исходные данные к части 2

Номер группы	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$d$ [см]	$m_1$	$m_2$
33АТ1	2	3	5	5	2	4/5
33АТ2	3	5	2	4	5/2	3/5
23БСс1	4	3	5	10	3/2	2/3
23БСс2	5	3	2	8	3	3/4
23БСс3	3	2	1	3	2	5/6
23БСс4	4	2	3	5	2	3/4

--	--	--	--	--	--	--

Таблица 3.4. Исходные данные к части 2 (продолжение)

Год поступления	<i>M [кНм]</i>
16	10
17	20
18	30
прочие	40

a

